



TITLE:

任意心搏停止下冠動脈造影法に関する実験的並びに臨床的研究

AUTHOR(S):

辻, 仁志

CITATION:

辻, 仁志. 任意心搏停止下冠動脈造影法に関する実験的並びに臨床的研究. 日本外科宝函 1965, 34(5): 1269-1294

ISSUE DATE:

1965-09-01

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/206526>

RIGHT:

任意心搏停止下冠動脈造影法に関する 実験的並びに臨床的研究

大阪医科大学外科学教室（指導：麻田 榮教授）

辻 仁 志

〔原稿受付 昭和37年 7 月 8 日〕

Experimental and Clinical Studies on the Coronary Arteriography Under Acetylcholine-Induced Cardiac Arrest

by

HITOSHI TSUJI

From the Department of Surgery, Osaka Medical School
(Director : Prof. Dr. SAKAE ASADA)

According to recent advances in the surgical treatment for coronary heart diseases, the necessity for serious studies on coronary arteriography has been advocated by several investigators in order to get precise information about the site and extent of pathological changes in the wall of the coronary artery. Many techniques used in coronary arteriography have been reported including serial arteriograms, pressure injectors or cine-coronary arteriography, which revealed a tendency to make coronary arteriography rather more complicated.

On the other hand, a simple technique of coronary arteriography was devised by ARNULF in 1958, which was performed under acetylcholine-induced cardiac arrest. This method, however, was followed only experimentally by other doctors. This paper describes the results concerning the safety and reliability of this method, which were ascertained experimentally and clinically by the author.

Method and Results

1) In order to find a way to obtain the most favorable condition of induced cardiac arrest, various methods of administration of acetylcholine were examined by monitoring the arterial pressure and ECG throughout the experiments on the mongrel dogs. The rapid injection of acetylcholine into the aortic root through the catheter which was inserted retrogradely into the ascending aorta showed the best results, revealing the constant incidences of induced cardiac arrest followed by the shortest duration of hypotension.

2) Several factors affecting the clearness and sharpness of coronary arteriograms were investigated on many films taken of the dogs, and it was concluded that the site of the tip of the catheter should be 1-2 cm above the aortic valve, and that the duration of cardiac arrest should be at least more than 5 seconds, which could be induced easily by a rapid injection of 1 mg/kg of fresh acetylcholine solution.

3) Comparative studies on the range of revisualization were done between the coronary arteriogram taken under cardiac arrest and postmortem coronary arteriogram (Schlesinger). Both showed the clear distribution of subepicardial branches, but the latter showed finer findings on the figure of the intramural branches.

4) Electrocardiographic studies were performed on clinical cases concerning the effects of acetylcholine which was administered according to the results obtained on animal experiments. Among the 26 cases examined, one half was clinically diagnosed as coronary disease and the other half was various kinds of aortic diseases such as pulseless disease. Immediately after the injection of acetylcholine, the suppressed sinus activity was found followed by the suppression of A-V conduction and arteril excitement before the arrest in all cases. In the cases in which the abnormal patterns were found on ECG beforehand, the prolongation of the period of recovery from cardiac arrest was noticed, and abnormal findings, that is bigeminy and/or ventricular tachycardia, were recorded in some cases during the course of recovery. These facts were considered to be an effect of secondary anoxia of the myocardium due to the induced cardiac arrest.

5) Some difficulties were encountered in clinical cases as to the injection of a large amount of dye through the catheter. In order to solve these practical problems, a soft plastic catheter with a large caliber and an injection block with specially designed connector was devised by the author, which made it possible to inject 60 ml of dye within 2 sec. manually. Excellent results in getting a clearer coronary arteriogram without any serious complications were obtained.

Summary

With a series of animal experiments, the efficacy and reliability of the effect of acetylcholine in inducing cardiac arrest were proved, and some factors affecting the results of coronary arteriogram were found.

Electrocardiographic studies on clinical cases proved the safeness of this method, and the optimal condition of cardiac arrest for coronary arteriography was obtained. Serious side effects, such as prolongation of cardiac arrest or irreversible myocardial damage, were never encountered.

Practical difficulties were solved by a device of injection block which consists of a specially designed connector and a plastic catheter, aiming at rapid manual injection of a large amount of dye. With experiences in 26 clinical cases, the simplicity and safeness of this method were proved.

目 次

第1章 緒 言	II 動脈圧の変動について
第2章 任意心搏停止下冠動脈造影法に関する実験的研究	1 実験方法
	2 実験成績
第1節 acetylcholine の投与法に関する研究	III 小括
I 心搏停止効果について	第2節 造影性向上のための造影条件の検討と本法の造影限界に関する研究
1 実験方法	
2 実験成績	I 造影性向上のための造影条件の検討

1 実験方法

2 実験成績

- i 血管カテーテル先端の位置
- ii 心搏停止と撮影時期との関係

II 本法の造影限界に関する研究

1 実験方法

2 実験成績

III 小括

第3章 任意心搏停止下冠動脈並びに大動脈造影法に関する臨床的研究

第1節 acetylcholine の心搏停止効果に関する研究

第1章 緒 言

冠動脈造影法に関する報告は、夙に1945年頃からみられるが^{1)~5)}、近年冠動脈疾患に対する外科的療法の研究が進むにつれ、とくに1956年頃からいわゆる direct surgical procedures⁶⁾⁷⁾(冠動脈に直接手術侵襲を加えて冠血流の改善を計ろうとする術式)が登場するようになって以来、心電図によつて心筋障害の面から冠動脈疾患を判断した従来からの方法以外に、冠動脈の病変そのものを適確に把握する目的で、冠動脈造影法が真鍮に且つ積極的に研究されるようになった。しかし、鮮明な冠動脈造影像をえることは、末梢動脈造影の場合と異なり甚だ困難であつて、由来種々の方法が考案され、改良されてきた。

先ず血管内における造影剤の濃度をたかめ鮮明度をますための工夫として、Johanson⁸⁾、Don⁹⁾等は、短時間に一定量の造影剤を注入せんがために Gidlund pressure injection apparatus を考案し、Ellis¹⁰⁾も同様の原理による装置を用いて、種々の patch grafting が実施された冠動脈枝の造影に好結果をえた。これらの装置の簡便化のために Thal¹¹⁾は simple wooden injection block を考案した。次いで Hettler¹²⁾、Littman¹³⁾等は、Seldinger法⁴⁾を改良して臨床応用を可能とし、またカテーテル先端の屈曲度に工夫を施した報告¹⁴⁾¹⁵⁾もみられる。1958年頃から、上行大動脈を一時的に遮断して冠動脈内に造影剤を多量に流入せしめようとする一連の試み (occlusion aortography) が Dotter¹⁶⁾、鈴木¹⁷⁾、Straube¹⁸⁾等によつて行なわれ、実験的には鮮明な冠動脈造影像がえられることが判明したが、種々の難点¹⁹⁾もあつてまだ臨床的に応用されるには至つていない。1962年 Nordenström²⁰⁾²¹⁾は、造影剤注入時に気管支内圧を一時的にたかめることにより cardiac output

I 臨床例における任意心搏停止下造影法

II 心搏停止効果

III 本造影法施行時の心電図学的観察

IV 小括

第2節 臨床例における造影像の検討

I 臨床例における造影性向上のための造影器具の改良

II 造影成績

III 小括

第4章 考按

第5章 結論

を減少せしめ、鮮明な冠動脈造影像をえたと報告している。

レ線フィルム上の造影像を一層鮮明にし、解読を容易ならしめるために、Bloor²²⁾は Schonander apparatus を用いて連続的に冠動脈撮影を行ない、Booth²³⁾はこれの臨床用に成功した。また、レ線管を二重焦点装置 (double-focus roentgen-ray tube) として造影像を拡大する努力も Takaro²⁴⁾により行なわれた。1961年 Sones²⁵⁾は冠動脈口へカテーテル先端を挿入し、造影剤を直接一方の冠動脈内へ注入して映画撮影を行なう、いわゆる cine-coronary arteriography を考案したが、以来この方法は多数の臨床例に応用され好成績がえられている²⁶⁾²⁷⁾。

冠動脈造影には、一般に大量の造影剤が必要であつて、身体に与える悪影響も少なくない。従つて造影剤の節減のために、1958年 Richards²⁸⁾は造影剤を心電図のR波に一致して注入し、同時に撮影を行なう、いわゆる phasic dye injection control system を考案したが、この心搏連動方式による冠動脈造影法は急速に発達し改良が加えられ、臨床に応用されるに至つた²⁹⁾³⁰⁾。

一方では、次第に複雑化する冠動脈造影法に対し、レ線単一撮影で、しかも簡単な装置を用いて鮮明な造影像をえんがため、1958年 Arnulf³¹⁾は副交感神経末梢興奮剤である acetylcholine を血管内に注入して一時的に心搏を停止せしめ、その間に造影剤を注入して鮮明な冠動脈造影をえることに成功した。その後、本法は実験に応用されたが、その安全性が疑問とされ、臨床的にはあまり省みられなかつた。

著者は、臨床上的における冠動脈造影法は安全に、確実に、且つ簡易に行なわれるべきであるという立場から、この acetylcholine による任意心搏停止下冠動脈造

影法を再びとりあげ、その安全性並びに確実性を、先ず動物実験によつて検討し、更に臨床例に應用して診断並びに外科的療法の方針決定に資したい目的を以つて、本研究を行なつた。すなわち、先ず犬における実験で、acetylcholine の最も有効にして安全な投与法を検討し、次いで犬の冠動脈造影を行なつて、その安全性と造影率の向上のための多角的な検討を加え、更に本法による冠動脈末梢枝の造影限界を確かめ、しかるのちに本法を臨床例に應用し、独自の injection block を考案して造影剤の急速注入を可能ならしめ、造影像の鮮明度向上に好結果をもたらすとともに、危険な合併症の発生を予防しうることを認めたので、ここに報告し、御参考に供する次第である。

第2章 任意心搏停止下冠動脈造影法に関する実験的研究

第1節 acetylcholine の投与法に関する研究

任意心搏停止冠動脈造影法を、確実にしかも安全に実施するためには、先ず acetylcholine をいかなる条件下に投与すればよいかを知ることが必要である。この目的のために、心電図及び動脈圧の記録下に、acetylcholine の注入部位並びに注入速度について実験的に検討を加え、心搏停止が最も確実にえられ、しかも安全である至適条件を求めた。acetylcholine の投与量は、文献的考察の結果から、体重毎kg 1mg に一定した。

I 心搏停止効果について

1 実験方法

体重5～8kgの雑種犬6頭を用い、thiopental sodium (0.03g/kg) の静脈麻酔を行ない、次の3部位において、acetylcholine (5mg/cc) の新鮮溶液を1mg/kgの割合で、急速注入(可及的急速に注入する)並びに緩徐注入(約30秒間に注入する)を行ない、心電図を記録して、心搏停止効果を検討した。

i) 大動脈起始部注入：一側の大動脈を露出し、Lehman カテーテル6～7号を挿入し、レントゲン透視下にカテーテル先端を大動脈起始部まで導き固定したのち、このカテーテルを通して acetylcholine を大動脈起始部に注入した。

ii) 右心房注入：一側の大動脈を露出し、Lehman カテーテル6～7号を挿入し、レントゲン透視下にカテーテル先端を右心房に導き固定したのち、このカテーテルを通して acetylcholine を右心房内に注入した。

iii) 大腿静脈注入：一側の大動脈を露出し、穿刺を行なつて、ここから acetylcholine を注入した。

2. 実験成績(表1)

i) 大動脈起始部注入

急速注入(No.1)によつては、注入後1.2秒で心搏は停止し、その後13.6秒間の心搏停止がえられたが、緩徐注入(No.2)によつては、注入後12秒で心搏の停止をみたが、心搏停止時間は2秒間であつた。正常調律回復までの時間は急速注入例では7秒、緩徐注入例では23.2秒で、約3倍に延長した。

ii) 右心房注入

急速注入、緩徐注入後それぞれ10.2秒及び34秒後に心搏停止がえられたが、その後の心搏停止時間は共に短く(No.3:2.4秒, No.4:1.4秒)、また正常調律回復までの時間は、いずれも大動脈起始部に注入した場合に比べて2倍以上に延長した。

iii) 大腿静脈注入

急速注入、緩徐注入のいずれによつても心搏停止はえられなかつた。また、正常調律回復までの時間は両者の間に大差はなく、比較的短時間であつた。

II 動脈圧の変動について

1. 実験方法

体重5～8kgの雑種犬6頭を用い、thiopental sodium (0.03g/kg) による静脈麻酔を行ない、右総頸動脈を露出してヘーリン水またはクエン酸ソーダ液を満

表 1 acetylcholine (1mg/kg) 注入部位と心搏停止効果

	実験犬 No.	注 入 法	心搏停止まで	心搏停止時間	正常調律回復まで
大動脈起始部	1	急速	1.2秒	13.6秒	7秒
	2	緩徐	12.0	2	23.2
右 心 房	3	急速	10.2	2.4	16.6
	4	緩徐	34.0	1.4	51.4
大 腿 静 脈	5	急速	—	0	10.2
	6	緩徐	—	0	11.4

表 2 acetylcholine (1mg/kg) 注入部位と動脈圧の変動

	実験犬 No.	注入法	注入前 動脈圧	下降開始～最大下 降時までの時間	最 大 下降圧	最大下降時から圧 回復までの時間	動脈圧低下 時 間
大動脈起始部	7	急 速	148mmHg	16秒	75mmHg	9秒	26秒
	8	緩 徐	140	17	60	15	38
右 心 房	9	急 速	130	3	50	128	136
	10	緩 徐	105	26	23	257	285
大 腿 静 脈	11	急 速	150	13	62	51	160
	12	緩 徐	140	33	45	163	226

したポリエチレンカテーテルを挿入し、これをU字型水銀 manometer 及び kymograph に接続して動脈圧を連続的に記録し、acetylcholine の注入部位並びに注入速度による動脈圧の変動を観察した。前実験と同様に注入部位としては i) 大動脈起始部, ii) 右心房, iii) 大腿静脈の3ヵ所をえらび、注入速度としては急速注入と緩徐注入について検討した。

2. 実験成績 (表2)

i) 大動脈起始部注入

急速注入 (No. 7) では、注入後1秒で心搏が停止し、以後動脈圧は次第に下降して16秒後に最大下降点 (75mmHg) に達し、次いで心搏再開により急速に動脈圧の上昇を来して、回復までに9秒を要した。緩徐注入 (No. 8) では注入後、心搏停止を来さず、動脈圧は次第に下降して17秒後に最大下降点 (60mmHg) に達し、次いで動脈圧は次第に上昇して回復までに15秒を要した。なお、動脈圧低下時間は急速注入例が26秒で、緩徐注入例は38秒であつた。

ii) 右心房注入

急速注入、緩徐注入共に心搏停止はえられなかつたが、急速注入 (No. 9) では動脈圧が急速に下降して3秒後に最大下降点 (50mmHg) に達し、その後比較的ゆるやかに上昇し、圧回復までに2分8秒を要した。緩徐注入 (No. 10) では動脈圧がゆるやかに下降して、26秒後に最大下降点 (23mmHg) に達し、その後徐々に上昇し、圧回復までに4分17秒という長時間を要した。なお動脈圧低下時間は、急速注入例では2分16秒であつたが、緩徐注入例では4分45秒で、前者に比べ2倍以上に延長した。

iii) 大腿静脈注入

急速注入、緩徐注入共に心搏停止はえられなかつたが、急速注入 (No. 11) では動脈圧が比較的速かに下降して13秒後に最大下降点 (62mmHg) に達し、その後次第に回復し、回復までに51秒を要した。緩徐注入 (No.

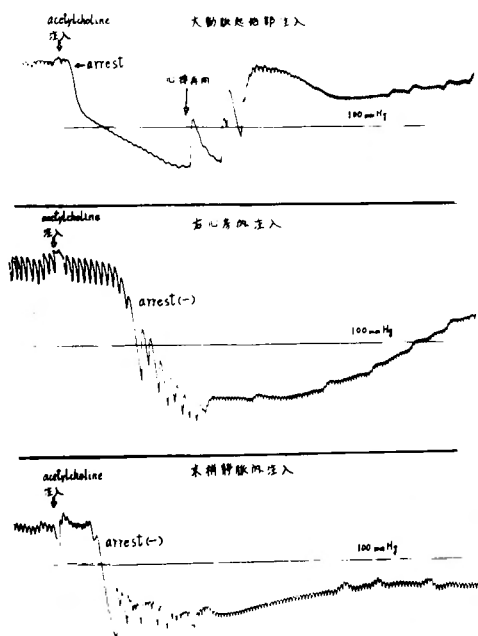
12) では動脈圧が漸次下降して33秒後に最大下降点 (45mmHg) に達し、その後ゆるやかに回復し、回復までの時間は2分43秒で急速注入例に比べ約3倍に延長した。なお、動脈圧低下時間は急速注入例が2分40秒であつたのに対し、緩徐注入例は3分46秒で約1.5倍の延長が認められた。

III 小括

先ず acetylcholine 1mg/kg 投与時の心搏停止効果についてみると、大動脈起始部に急速注入した場合が最も確実に停止がえられ、13.6秒と十分に長い停止時間がえられた。大動脈起始部注入でも、緩徐注入によつては停止時間は僅かに2秒であつた。また右心房注入では急速注入、緩徐注入共に停止が現われるまでの時間が長く、且つ停止時間は3秒以内と短かく、更に大腿静脈注入では急速注入、緩徐注入共に心搏停止はえられなかつた。

一方、正常調律回復までの時間は、大動脈起始部で急速注入した場合が7秒で最も速かであつた。その他の注入法ではいずれも回復が遅延し実用に供せられないものと思われた。以上のごとく、acetylcholine を大動脈起始部に急速注入する場合が最も確実に且つ十分な心搏停止がえられ、しかも正常調律回復までの時間が短いことが明かとなつた。

次に acetylcholine 1mg/kg 投与時の動脈圧の変動をみると、3部位のいずれで注入しても動脈圧低下時間は、acetylcholine を急速に注入した場合の方が緩徐注入の場合よりも短かく、次に各部位における急速注入の効果を比較してみると、図1のごとく大動脈起始部注入が動脈圧の回復が最も速かであり、しかも動脈圧低下時間も短いことが明かとなつた。要するに、acetylcholine (1mg/kg) の投与方法としては大動脈起始部へ急速に注入する方法が、心搏停止効果の点でも、また動脈圧低下時間が短い点からも、最もすぐれていると考えられた。



大動脈起始部注入が動脈圧の回復が最も速いである。

図1 acetylcholine (1 mg/kg) 急速注入時の動脈圧の変動

第2節 造影性向上のための造影条件の検討と本法の造影限界に関する研究

以上のごとく acetylcholine による心搏停止は, acetylcholine (1mg/kg) を大動脈起始部へ急速注入する場合に最も 確実かつ 安全にえられることが 判明したの

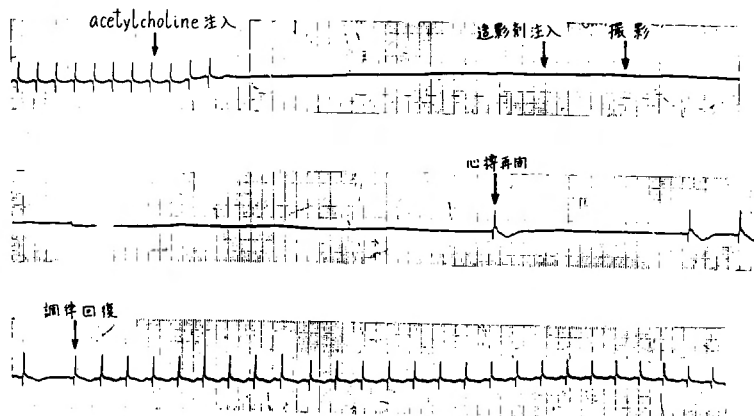
で, 次に著者は, かかる心搏停止下に撮影する冠動脈造影法において鮮明な冠動脈影像をえるための至適条件を見出さんがために, 造影剤注入用カテーテル先端の位置, 心搏停止と撮影時期との関係等について検討を加えた。更にまた, かかる至適条件下の冠動脈造影法によつては, 冠動脈枝が果してどの程度の末梢まで造影されうるものであるかを明らかにせんがために, postmortem coronary arteriogram (Schlesinger 変法) を作成して, 本法による造影像との比較を試みた。

I 造影性向上のための造影条件の検討

1. 実験方法

体重6~12kgの雑種犬36頭を用い, thiopental sodium (0.03g/kg) の静脈麻酔の下に, 一側の大動脈あるいは総頸動脈を露出して切開を加え, ここから7号あるいは外径3mmのポリエチレンカテーテル (ポリエチレンカテーテルの先端に金属のリングを入れて indicator としたもの) を挿入, 透視台上で実験犬を右側臥位に固定し, レントゲン透視下にカテーテル先端を大動脈起始部まで導き固定した。次いで心電図を記録しながら, カテーテルを通して大動脈起始部に 5 mg/cc の acetylcholine 新鮮溶液を, 基準投与量 1 mg/kg の割合で急速注入し, 心搏停止と同時に, 60% urografin 1cc/kg を大動脈起始部へ手圧により急速に注入, 注入終了と同時にレントゲン単一撮影を行なつた(図2)。撮影条件は管電圧 52kVp, 管電流 200mA, 管焦点間距離 100 cm, 曝射時間0.05秒と定めた。

実験対象は, 正常犬15頭, GO 犬一冠動脈前下行枝



心搏停止が確実にえられたのちに, 造影剤が注入され, 次いで撮影が行われている。心搏が再開して正常調律に戻るまでの時間は比較的短い。

図2 acetylcholine (大動脈起始部へ 1 mg/kg 注入) による心搏停止下冠動脈造影時の心電図経過 (No. 16)。

の中枢部に漸進的狭窄 gradual occlusion を生ぜしめた冠不全犬15頭、GO 犬に cardo pericardiopexy が施行された犬4頭、並びにGO犬に冠拡張剤 Persantin(2,6-Bis (diethanolamino)-1,8-dipiperidino-pyrimido (5,4-d) Pyrimidine) 1.25mg/kg が長期間(90日間)経口的に投与された犬2頭、計36頭である。これらの実験犬に上述の方法によつて冠動脈造影を行ない、以下の2項目について検討を加えた。

i) 血管カテーテル先端の位置

acetylcholine 並びに造影剤を注入する血管カテーテル先端の大動脈内における位置によつて、すなわち造影剤がどの部位に噴出されるかによつて、造影像の鮮明度が蒙る影響を検討した。すなわちカテーテル先端が大動脈弁口直上にある場合、大動脈起始部にある場合及び大動脈起始部からやや離れた末梢にある場合、の3者について比較した。

ii) 心搏停止と撮影時期との関係

心搏停止時間及び心搏再開後正常調律回復までの時間をしらべ、撮影時間が心搏停止期であつたか、または回復期であつたかについて検討し、鮮明な造影像をうるのに最も適した撮影時期を追求した。

2. 実験成績

正常犬15頭中、初期の3例(No.13, 17, 23)を除き12頭に冠動脈造影像がえられた。図3(No. 27)はその1

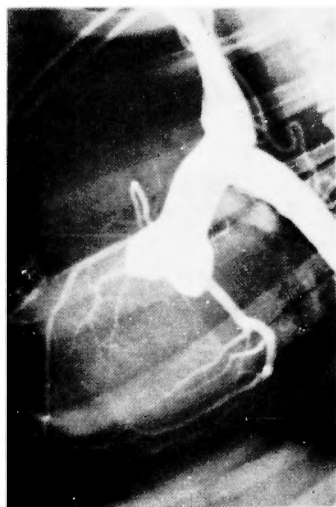


左冠動脈前下行枝、廻旋枝並びに右冠動脈の走行が鮮明に造影されている。acetylcholine 5 mg/kg, urografin 1cc/kg注入。心搏停止時間12.6秒。

図3 正常犬(No. 27)の冠動脈造影像

例で、左冠動脈前下行枝、廻旋枝並びに右冠動脈の走行が鮮明に造影されている。

GO 犬15頭、GO 犬に cardo pericardiopexy が施行された犬4頭、並びにGO 犬に Persantin が長期間経口的に投与された犬2頭の全例に、冠動脈造影像がえられた。図4はGO 犬の1例で前下行枝の分岐部から約2 cmの部(鋼線の枠内)に gradual occlusion が形成されており、その末梢で他の枝との間に intercoronary collateral anastomosis が形成されているのがみられる。図5はGO 犬に cardo pericardiopexy が施行された犬で、よく発達した intercoronary collateral anastomosis が認められる。



前下行枝の分岐部から約2 cmの部(鋼線の枠内)に gradual occlusion が形成されており、その末梢で他の枝との間に intercoronary collateral anastomoses が形成されているのがみられる。acetylcholine 1mg/kg, urografin 1cc/kg注入。心搏停止時間16.2秒。

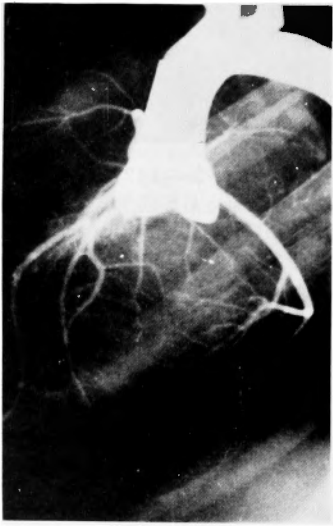
図4 GO犬(冠動脈前下行枝に漸進的狭窄を生ぜしめた犬, No.39)の冠動脈造影像

i) 血管カテーテル先端の位置

上述の冠動脈造影が行なわれた実験犬36頭のうち、22頭において、とくに鮮明な造影像がえられた(表3)。これら22例のうち18例では、カテーテル先端が大動脈起始部(弁上1~2 cm)にあることが確認され、これに対し先端が大動脈弁口直上にあつたのは2例(No. 31, 41)であり、反対に先端が退きすぎて上行大動脈内にあつたのも2例(No. 16, 25)であつた。

表 3 鮮明な冠動脈造影像がえられた実験例

No.	実 験 犬	体重	acetylcholine 投 与 量	心搏停止ま での時間	停止期	回復期	撮影時間	カテーテル 先端の位置
15	正 常 犬	8.2kg	10mg (1.2mg /kg)	0.8秒	22.0秒	12.0秒	停止期	大動脈起始部
16	〃	8.0	10 (1.3 /kg)	瞬時	17.4	13.0	〃	上行大動脈
18	〃	7.0	10 (1.4 /kg)	0.4	7.2	10.8	〃	大動脈起始部
22	〃	6.0	11.4 (19.0 /kg)	0.8	1.8	93.6	回復期	〃
24	〃	6.0	3 (0.5 /kg)	0.8	12.6	15.6	停止期	〃
25	GO + Persantin 犬	8.2	8 (1.0 /kg)	1.0	6.0	不明	〃	上行大動脈
27	正 常 犬	6.4	32 (5.0 /kg)	2.0	12.6	94.0	〃	大動脈起始部
29	GO + Persantin 犬	12.0	12 (1.0 /kg)	0.8	15.8	76.0	〃	〃
31	GO 犬	8.0	8 (1.0 /kg)	0.8	8.0	28.4	〃	大動脈弁口直上
33	正 常 犬	8.0	8 (1.0 /kg)	0.6	12.6	不明	〃	大動脈起始部
35	GO 犬	9.0	9 (1.0 /kg)	0.2	14.0	〃	〃	〃
37	〃	8.0	8 (1.0 /kg)	0.4	0	21.4	回復期	〃
38	〃	8.0	8 (1.0 /kg)	1.8	14.4	22.4	停止期	〃
39	〃	8.0	8 (1.0 /kg)	3.0	16.2	47.4	〃	〃
41	〃	10.0	10 (1.0 /kg)	0.2	1.6	22.8	回復期	大動脈弁口直上
42	正 常 犬	7.0	7 (1.0 /kg)	瞬時	7.0	不明	停止期	大動脈起始部
43	〃	7.0	7 (1.0 /kg)	〃	14.4	〃	〃	〃
44	GO + 心・心膜癒着犬	9.0	9 (1.0 /kg)	1.2	21.4	43.2	〃	〃
45	〃	8.0	8 (1.0 /kg)	0.6	31.4	28.0	〃	〃
46	GO 犬	8.0	8 (1.0 /kg)	0.6	16.8	不明	〃	〃
47	GO + 心・心膜癒着犬	10.0	10 (1.0 /kg)	0.6	25.6	32.0	〃	〃
48	GO 犬	8.0	8 (1.0 /kg)	0.6	22.0	不明	〃	〃



よく発達したintercoronary collateral anastomosesが認められる。 acetylcholine 1mg/kg, urogratin 1cc/kg注入、心搏停止時間21.4秒。

図 5 GO犬に cardiopericardiopexy が施行された犬 (No. 41)の冠動脈造影像

ii) 心搏停止と撮影時期との関係

鮮明な造影像がえられた22例を検討するに、全例でacetylcholine 注入から 3 秒以内に心搏停止の効果が現われ、1 例以外の全例で心搏停止がえられており、心搏停止を来さなかつた 1 例 (No.37) では洞徐脈が認められた。

心搏停止時間は、21例中 5 秒以下が 2 例 (No. 22, 41), 6 秒から10秒までが 4 例 (No.18, 25, 31, 42)で、他の15例では11秒ないし 34.4秒の心搏停止が認められた。

心搏再開後、正常調律に回復するまでの時間は、15例では 1 分34秒以内であつたが、他の 7 例 (No.25, 33, 35, 42, 43, 46, 48) では、洞徐脈あるいは洞頻脈が長時間続いたため心電図の記録を中止し、不明であつた。

心搏停止時間と、心搏再開後正常調律に回復するまでの時間との間には、とくに相関関係は認められなかつた。

鮮明な冠動脈造影像がえられた22例のうちで、19例では心搏停止中に撮影が行なわれており、他の 3 例

表 4 鮮明な冠動脈造影像がえられなかつた実験例

No.	実 験 犬	体重	acetylcholine投与量	心拍停止までの時間	停止期	回復期	カテーテル先端の位置	撮影時期	判定
13	正 常 犬	7.6kg	10mg (1.3mg/kg)	0 秒	0 秒	不明	上行大動脈	回復期	●
14	"	8.2	15 (1.8 /kg)	2.5	4.0	31.0	"	停止期	△
17	"	7.2	10 (1.1 /kg)	2.4	33.2	40.0	大動脈弁口	"	●
19	GO 犬	13.2	10 (0.7 /kg)	0.4	4.4	11.8	大動脈起始部	回復期	
20	"	12.0	10 (0.8 /kg)	1	1.2	47.6	上行大動脈	"	△
21	"	9.0	15 (1.7 /kg)	0.9	4.0	53.8	大動脈起始部	"	△
23	正 常 犬	7.0	130 (18.6 /kg)	1.4	16.0	12'08" → 死亡	"	"	●
26	GO 犬	10.6	5.3 (0.5 /kg)	1.8	2.8	24.2	上行大動脈	"	△
28	GO+心・心膜癒着犬	10.0	5 (0.5 /kg)	1.8	0	16.0	大動脈起始部	"	△
30	GO 犬	10.8	11 (1.0 /kg)	0.2	3.6	39.6	"	"	△
32	正 常 犬	7.0	7 (1.0 /kg)	1.8	0	20.1	"	"	△
34	"	8.0	8 (1.0 /kg)	0.4	2.0	不明	"	"	△
36	GO 犬	8.0	8 (1.0 /kg)	1.4	15.2	"	"	停止期	△
40	"	10.0	10 (1.0 /kg)	0.2	2.2	3.4	"	回復期	△

△ : 造影像不鮮明 ● : 造影不能

(No. 22, 37, 41) では、脈搏が不整な回復期に撮影が行なわれていた(表3)。後者の場合に鮮明な像がえられた理由は、撮影が心室拡張期に一致して行なわれたためであろうと思われる。

次に鮮明な造影がえられなかつた14例(表4)を検討してみると、回復期に撮影が行なわれたものが11例で大多数を占めているが、心搏停止期に撮影されたにも拘らず鮮明な造影がえられなかつた3例は、その中の2例(No. 14, 17)はカテーテル先端の位置が大動脈起始部に存在しなかつたものであり、他の1例(No. 36)は撮影時に過呼吸をきたした例であることが判明した。

II 本法の造影限界に関する研究

1. 実験方法

体重8~10kgの雑種犬7頭を用い、本法による冠動脈造影を行ない、1週間生存せしめたのち屠殺して心臓を摘出し、両側冠動脈口より冠動脈系を生理的食塩水で十分洗滌し、gelatin, barium sulfateを主体とした造影剤を、200mmHgの圧で両側冠動脈口より冠動脈系へ注入したのち、血管内で造影剤が固まるのをまつて、レントゲン単一撮影により postmortem coronary arteriogram (Schlesinger変法)を作成した。このようにしてえられた postmortem coronary arteriogramと生前えられた任意心搏停止下冠動脈造影像とを比較検討した。

2. 実験成績

心筋表面に存在する subepicardial branch は、任意心搏停止下冠動脈造影法, postmortem coronary arteriogram のいずれによつても造影された。しかし subepicardial branch から直角に心筋内に分枝する intramyocardial branch は、任意心搏停止下冠動脈造影法によつては1例も造影されなかつた。postmortem coronary arteriogramによつては、1例(No. 49)を除いて、他の7例では intramyocardial branch が鮮明に造影された(表5)。

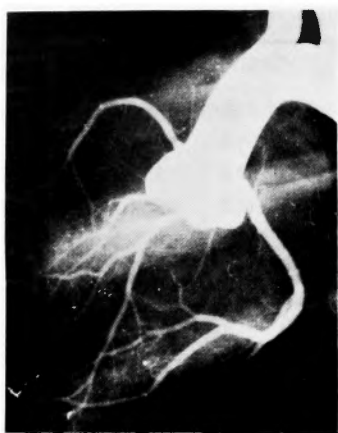
図6-aは正常犬(No. 55)の任意心搏停止下冠動脈造影像で、右冠動脈並びに左冠動脈の subepicardial branches

表 5 冠動脈末梢枝の造影限界

実験犬 No.	subepicardial branch		intramyocardial branch	
	ACICA	PMCA	ACICA	PMCA
49	+	+	-	-
50	+	+	-	+
51	+	+	-	+
52	+	+	-	+
53	+	+	-	+
54	+	+	-	+
55	+	+	-	+

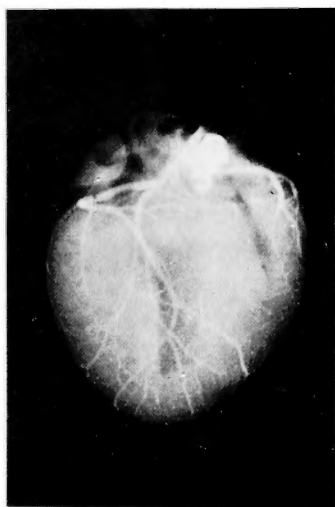
ACICA : 任意心搏停止下冠動脈造影像 (Acetylcholine Induced Cardiac Arrest)

PMCA : Postmortem Coronary Arteriogram (Schlesinger変法)



冠動脈の intramyocardial branch は造影されていない。

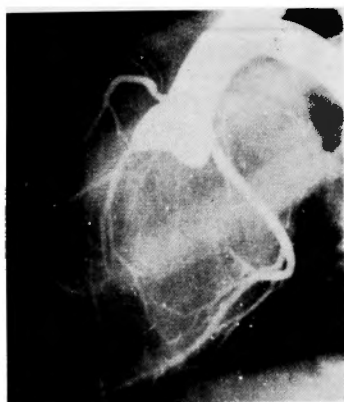
図6-a 正常犬 (No. 55) の冠動脈造影像



Intramyocardial branches まで、明瞭に造影されている。

図6-b 同じ犬のpostmortem coronary arteriogram.

まで鮮明に造影されているが, intramyocardial branch は造影されていない. 図6-b は同じ犬の postmortem coronary arteriogram で, 左右冠動脈の subepicardial branches 並びに intramyocardial branches まで明瞭に造影されている. 図7-a は GO 犬 (No. 52) の任意心搏停止下冠動脈造影像で, 左冠動脈前下行枝並びに廻旋枝の間に intercoronary collateral anastomoses がみられる. 図7-b はその心尖部を拡大したもので, 第2分枝間の



左冠動脈前下行枝並びに廻旋枝の第2分枝間に intercoronary collateral anastomoses がみられる。

図7-a GO 犬 (No. 52) の冠動脈造影像



intercoronary collateral anastomoses が明らかであるが, intramyocardial branch の造影像は認められない。

図7-b 図7-a の心尖部を拡大したもの

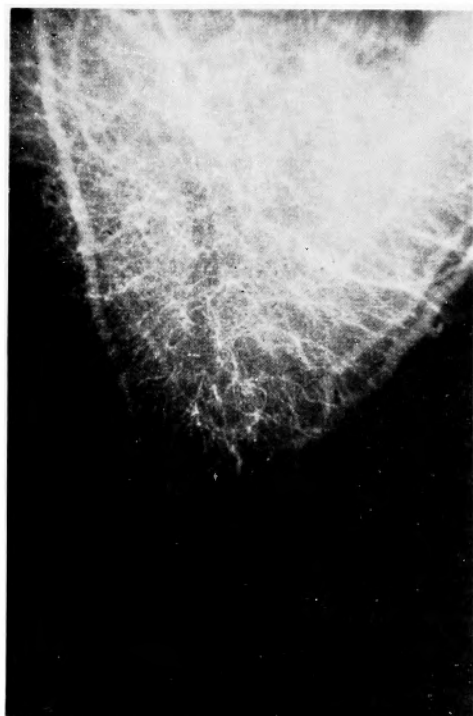
intercoronary collateral anastomoses が明らかであるが, intramyocardial branch の造影像は認められない. 図7-c は同じ犬の postmortem coronary arteriogram で, intramyocardial branches が明瞭に造影されている. 図7-d はその心尖部を拡大したもので, intramyocardial branches 間に無数の intercoronary collateral anastomoses が発達しているのがみられる。

III 小括



intramyocardial branches が明瞭に造影され、その間に無数の intercoronary collateral anastomoses が発達しているのが認められる。

図7-c 同じ犬の postmortem coronary arteriogram.



intramyocardial branches 間に無数の intercoronary collateral anastomoses が発達しているのがみられる。

図7-b 図7-c の心尖部を拡大したもの

任意心搏停止下冠動脈造影法により鮮明な冠動脈造影像がえられた22例のうち、カテーテル先端の位置が大動脈起始部（弁上1～2 cm）にあつたものは18例であり、また心搏停止期に撮影が行なわれたものは、19例で、その全例で5秒以上の心搏停止が認められた。回復期に撮影が行なわれた残りの3例（No. 22, 37, 41）は心搏停止がえられなかつたか、または心搏停止が5秒以下の例であつた。

以上の成績から、本法によつて鮮明な冠動脈造影像をうるためには、i) カテーテル先端を正しく大動脈起始部におき、ii) acetylcholine 1mg/kgを急速に注入して5秒間以上の確実な心搏停止をえ、iii) 心搏停止期に撮影を行なうことが必要条件であると考えられた。更に本法は、冠動脈の intramyocardial branch まで造影しうる postmortem arteriogram には劣るが、至適条件下の造影像では、本法により冠動脈の subepicardial branch まで明瞭に観察しうることを知つた。

第3章 任意心搏停止下冠動脈並びに大動脈造影法に関する臨床的研究

第1節 acetylcholine の心搏停止効果に関する研究

前章の動物実験において、本法の安全性と有効性が実証されたので、著者は本法を臨床例に応用した。先ず臨床例では acetylcholine による心搏停止がどのような経過のもとに現われ、且つ回復してゆくかを追求し、更に本法施行前から心電図に異常所見を有しているような症例に対して、acetylcholine がどのような影響をあたえるものであるかを検討せんがため、23例の臨床経験例について、心電図波型の推移を検索した。症例の内訳は臨床的に冠動脈疾患と診断されたもの13例、及び大動脈起始部附近に病変を有すると思われた諸疾患13例、計26例である。このうち心電図により心搏停止及び回復の全経過を確実に追求しえたのは前者で9例、後者で11例、計20例であつた（表6, 7）。

1 臨床例における任意心搏停止下造影法

患者をレントゲン透視台上に仰臥せしめ、笑気、フロセシンによる気管内全身麻酔を行ない、一側の大動脈または深大動脈を露出し、ここから Dotter-Lukas カテーテル10～12号、または外径3～5 mmのポリエチレンカテーテルを挿入し、操作中カテーテル内をヘパリン加生理的食塩水で常に灌流した。患者を第2斜位に固定し、レントゲン透視下にカテーテル先端を大動脈起始部にまで挿入した。次いでsuccinylcholine

表 6 冠動脈造影症例における心搏停止

症例 番号	患者名	性	年齢	体重	病名	acetylcholine 総量(mg/kg)	注入部位	心搏停止ま での時間	停止期	回復期	atropin
1	上○一	♂	43才	68kg	冠不全	34mg (0.5)	大動脈起始部	3.0秒	8.4秒	5.2秒	—
5	岡○勲	♂	18	52	〃	52 (1.0)	大動脈弁口	1.8	5.2	9.8	—
6	上○九○	♂	61	45	〃	{1)23 (0.5) (2)45 (1.0)	上行大動脈 〃	— 0.4	0 7.0	— 24.6	— —
8	神○弥	♂	37	58	〃	58 (〃)	大動脈弁口	0.2	2.4	11.6	—
9	朴○演	♂	46	57	〃	57 (〃)	〃	0.2	41.0	44.8	0.3mg
10	鍛○義○	♂	52	60	〃	{1)60 (〃) (2)60 (〃)	上行大動脈 大動脈起始部	— 1.2	0 21.8	不明 65.8	— —
11	北○頼	♂	53	55	〃	28 (0.5)	〃	5.6	8.0	38.2	—
12	五○繁	♂	52	42	〃	42 (1.0)	〃	3.6	30.2	55.6	0.3mg
13	鍛○義	♂	52	60	〃	50 (0.8)	〃	2.4	23.6	31.6	—

表 7 大動脈造影症例における心搏停止

症例 番号	患者名	性	年齢	体重	病名	acetylcholine 総量(mg/kg)	注入部	心搏停止ま での時間	停止期	回復期	atropin
14	堀○義○	♂	12才	25kg	PDA	{1)13mg (0.5) (2)〃 (〃)	肺動脈弁口 〃	— 〃	0秒 〃	一秒 〃	— —
16	長○千○子	♀	6	15	PDA	10.5 (0.7)	大動脈弁口	0.1	8.8	13.0	—
18	小○正	♂	12	21	Valsalva洞 動脈瘤破裂 (+VSD)	{1)14.7 (〃) (2)〃 (〃)	大動脈起始部 〃	8.0 4.0	6.8 5.0	24.0 12.0	— —
19	八○ア○	♀	65	42	大動脈弓 症候群	21 (0.5)	大動脈弁口	2.4	56.0	112.0	0.5mg
20	吉○満	♂	10	31	PDA	21.7 (0.7)	大動脈起始部	1.2	1.2	26.0	—
21	服○光	♂	26	51	Valsalva洞 動脈瘤破裂	{1)37 (〃) (2)54 (1.0)	〃 〃	3.2 2.0	2.4 5.2	8.0 202.0	— —
22	細○重○	♂	42	15	大動脈瘤	45 (〃)	〃	2.8	25.0	42.0	—
23	久○田○子	♀	20	47	大動脈弓 症候群	47 (〃)	〃	1.8	8.4	16.0	—
24	大○弘	♂	19	36	大動脈弁下 拡張	36 (〃)	〃	21.0	16.8	201.2	—
25	下○優	♂	12	24	〃 下狭窄	16.8 (0.7)	〃	0.8	3.2	18.0	—
26	師○和	♀	34	47	MSAI脳栓 塞	32.9 (〃)	〃	3.4	3.2	50.0	0.5mg

chloride (1mg/kg) を静脈内に注入して十分な筋弛緩がえられたのを確認したのち、cardioscope による観察下に、または心電図記録下に、acetylcholine 新鮮溶液を 0.5~1.0mg/kg の割合でカテーテルから急速に注入し、次いで 60% urografin 1.5~2.0cc/kg を心搏停止の直前から注入しはじめ、心搏停止とともに注入を終了し、同時にレントゲン単一撮影を行なった。撮影条件は管電圧 82kVp、管電流 200mA、管焦点間距離 90cm、曝射時間 0.1秒と定めた。

次に大動脈系疾患に対する造影法は、前述の冠動脈造影法に準じて行なったが、冠動脈造影法と異なる点は次のごとくである。i) 血管カテーテルとしては、外径 3~4mm のポリエチレンカテーテル、または

Dotter-Lukas カテーテル 6~10号を、すなわち冠動脈造影例に比べやや細い目のカテーテルを使用した。ii) 造影剤の使用量は 60% urografin を 1cc/kg とし、冠動脈造影における 1.5~2.0cc/kg のとき大量は用いなかつた。iii) 造影剤注入法は主に手圧によつて行なつた。iv) 撮影時の患者の体位としては、症例に応じて大動脈弓附近の病変を造影するのに最も適した体位をとらせた。

II 心搏停止効果 (表 6, 7)

心搏停止は、26例のうちカテーテルが動脈管を通つて肺動脈に入つた 1例 (症例 14) を除き、他の 25例の全例において認められた。但し症例 6 及び 10では、acetylcholine の第 1 回目の注入によつて心搏停止がえ

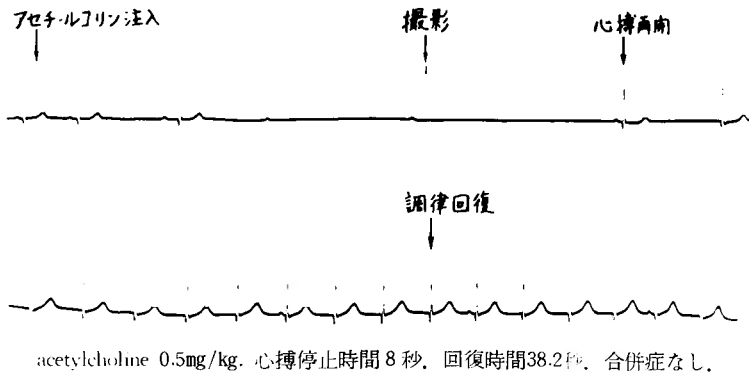


図 8 症例11(冠不全)の冠動脈造影時の心電図経過

られなかつたが、症例6ではacetylcholineの量を1.0 mg/kgに増加し、症例10ではカテーテル先端を更にすすめて大動脈起始部に位置せしめて第2回目の注人を行なつたところ、確実な心搏停止がえられた。

acetylcholine注人から心搏停止までの時間は、2例(症例14及び21)を除く、他の24例で8秒以内であり、うち14例(70%)では3秒以内であつた。

心搏停止時間は、冠動脈疾患群では、1例(症例8)だけが4秒以下、他の8例では5秒ないし41秒であり、平均16秒間の心搏停止がえられた。図8はその1例である。これらの症例のうち心搏再開がとくに遅延した2例(症例9, 12)に対しては、それぞれ38.6秒及び27秒間の心搏停止の後、atropin 0.3mgを大動脈起始部に急速注入し、それぞれ41秒及び30.2秒後に心搏が再開した。

次に大動脈系疾患群では、心搏停止時間は4秒以下が4例(症例20, 25, 26, 症例21の第1回目)で、他の8例では5秒ないし56秒であり、平均12秒の心搏停止がえられた。このうち心搏再開がとくに遅延した2例(症例19, 22)中、症例19に対しては、心搏停止後54秒で、大動脈起始部にatropin 0.5mgを急速注入したところ、56秒後に心搏が再開し、症例22では、造影剤注入直後に新鮮自家動脈血50ccを大動脈起始部に急速注入したところ、心搏停止時間は25秒であつたが、心搏再開後正常調律に回復するまでの時間は42秒で比較的短かく、危険な合併症は認められなかつた。

心搏再開後正常調律に回復するまでの時間は、冠動脈疾患群では、1例のみ(症例10)1分以上を要したが、他はすべて1分以内であり、平均32秒であつた。大動脈系疾患群では、11例、延べ14回のうち3回(症例19, 24, 症例21の第2回目)が1分以上を要したが、

他の11回は1分以内であり、平均60秒であつた。

Ⅲ 本造影法施行時の心電図学的観察

本造影法を施行した臨床例のうち、心電図を分析しえた16例に共通して認められた所見は、acetylcholine注人後心搏が停止するまでの過程であつて、先ず洞刺激の発生が抑制され、次いでA-V conductionが障害され、最後に心房の刺激発生が抑制された。回復過程はこの逆であつて、先ず心房の刺激が発生し、次いでA-V conductionが再開し、最後に洞の刺激が再開した。回復過程の心電図所見を更に詳しく検討せんがため、これらの16例を安静時心電図正常群4例と異常群12例の2群にわけて調べた結果、以下のごとき知見をえた。

1. 安静時心電図正常群について

表 8 安静時心電図正常症例における心搏停止

症例番号	停止期(秒)	回復期(秒)	計(秒)
9	65.0	44.8	109.8
13	23.6	31.6	55.2
22	25.0	42.0	67.0
25	3.2	18.0	21.2
平均	29.2	34.1	63.3

表8のごとく、4例中心搏停止時間は最長65秒(症例9)、最短3.2秒(症例25)であり、平均29.2秒であつた。

心搏再開後正常調律にもどるまでの時間は最長44.8秒(症例9)、最短18秒(症例25)であり、平均31.4秒であつた。心搏停止後正常調律にもどるまでの時間は、症例9が最も長く1分49.8秒であり、最も短かつたのは症例25で21.2秒であつた。

表 9 造影時心電図所見 (安静時心電図正常症例)

症 例 番 号	安 静 時 心 電 図			洞 頻 脈	洞 除 脈	P Q 延 長	上 室 性 除 脈	心 房 調 律	結 節 調 律	房 室 ブ ロ ッ ク	心 室 自 動	心 房 細 動	S T 下 降	T 陰 性 化	二 連 脈	P V C	心 室 頻 脈
9	N.	S.	R.		○	○				○							
13		//			○	○			○	○				○			
22		//			○			○	○				○			○	
25		//		○	○					○			○	○			
%				25	100	50	0	25	50	75	0	0	50	50	0	25	0

回復期に現われた心電図波型についてみると表9のごとく、洞徐脈は全例に認められ、房室ブロックは75%に現われ、PQ延長、結節調律、ST下降並びにT陰性化が50%に認められた。洞頻脈、心房調律並びに心室性期外収縮は比較的少なく25%に認められた。上室性徐脈、心室自動、心房細動、二連脈、心室頻脈等は認められなかった。

2. 安静時心電図異常群について

表10のごとく心搏停止時間は、12例中最長56.8秒(症例19)、最短1.2秒(症例20)で、平均12.4秒であった。心搏再開後正常調律にもどるまでの時間は最長3分22秒(症例21の第2回目)、最短8秒(症例21の第1回目)で、平均57.6秒であった。心搏停止後正常調律にもどるまでの時間は症例24が最も長く3分38秒であり、最も短かつたのは症例21の第1回目で10.4秒であった。

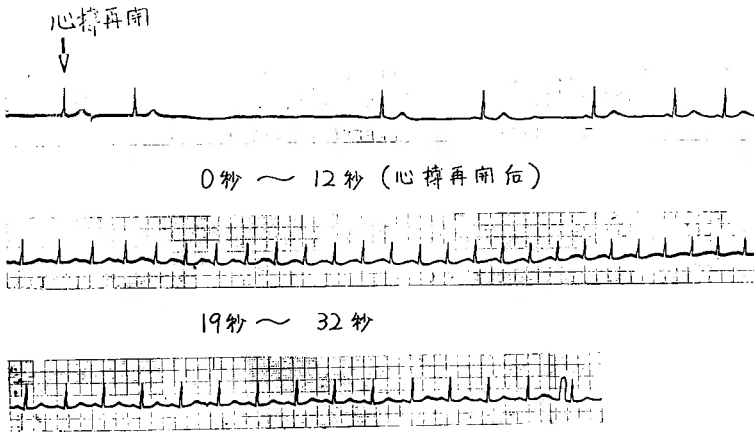
回復期に現われた心電図波型を検討したところ、表

表10 安静時心電図異常症例における心搏停止

症 例 番 号	停 止 期 (秒)	回 復 期 (秒)	計 (秒)
5	5.2	9.8	15
8	2.4	11.6	14
10	21.8	65.8	87.6
12	30.2	55.6	85.8
16	8.8	13.0	21.8
18	{(1) 6.8 (2) 1.8	24.0 12.0	30.8 16.8
19	56.8	112.0	168.0
20	1.2	26.0	27.2
21	{(1) 2.4 (2) 5.2	8.0 202.0	10.4 207.2
23	8.4	16.0	24.4
24	16.8	201.2	218.0
26	3.2	50.0	53.0
平 均	12.4	57.6	70.0

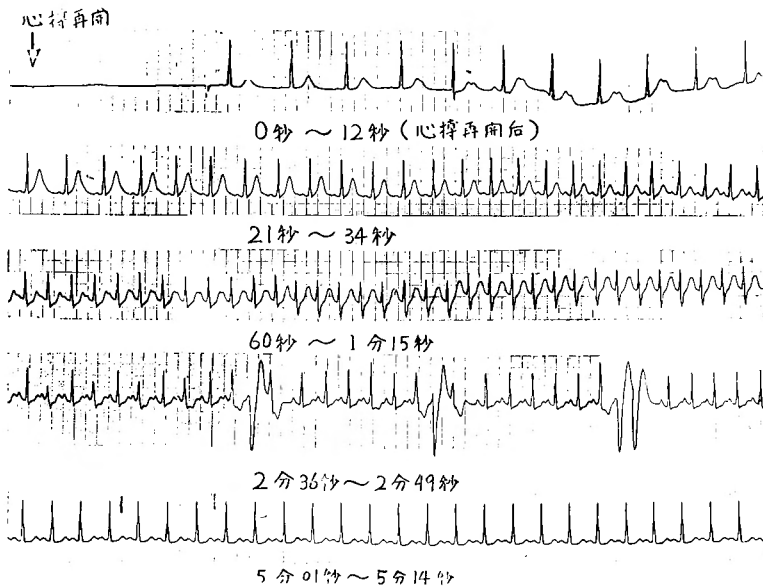
表 11 造影時心電図所見 (安静時心電図異常症例)

症 例 番 号	安 静 時 心 電 図			洞 頻 脈	洞 除 脈	P Q 延 長	上 室 性 除 脈	心 房 調 律	結 節 調 律	房 室 ブ ロ ッ ク	心 室 自 動	心 房 細 動	S T 下 降	T 陰 性 化	二 連 脈	心 室 期 外 収 縮	心 室 頻 脈
5	洞	頻	脈	○	○	○				○							
8		//		○						○	○		○	○			
10	洞	除	脈		○				○	○			○				
12	Q	T	延 長		○		○		○	○				○			
16	洞	頻	脈	○	○			○					○				
18	心室性期外収縮QT延長								○	○							
19	結 節	補 充	調 律		○												
20	房 室	ブ ロ ッ ク			○					○			○		○	○	
21	心 房	調 律					○	○									
23	結 節	調 律	Q T 延 長		○				○					○			
24	僧 帽	型	P					○		○			○		○	○	
26	心 房	細 動										○	○			○	○
%				33	58	8	17	25	33	58	8	8	50	25	17	25	8



心搏再開後、約4秒間房室ブロックが発生し、洞除脈をへて洞頻脈となり、ST下降、T陰性化が認められ、その後、次第に回復して正常調律に戻った。

図 9 安静時心電図正常例(症例25)の回復過程



先ずP波が発生した後、2：1房室ブロックを伴う洞調律となり、その後洞頻脈をへて次第に強度のST下降を来し、一時二連脈の発生も認められたが、漸時回復に向った。

図 10 安静時心電図異常例(症例24)の回復過程

11のごとき種々の波型が認められた。すなわち洞徐脈、房室ブロック並びにST下降が50%以上に認められ、洞頻脈、心房調律、結節調律、T陰性化並びに心室性期外収縮が25%以上に認められた。PQ延長、上室性徐脈、心室自動、心房細動、二連脈並びに心室頻脈等は24%以下の頻度で出現した。

IV 小括

動物実験の成績をもとにして、臨床例にacetylcholineによる心搏停止下冠動脈造影法並びに大動脈撮影法を、それぞれ13例、計26例に対して行なつた。心搏停止は26例中25例(96%)に認められた。すなわち、冠動脈疾患群では13例の全例(100%)に心搏停止が認められ、停止時間は平均16秒であり、大動脈疾患群では13例中12例(92%)に心搏停止が現われ、停止時間は平均12秒であつた。但し、症例6及び10の第1回目には、カテーテル先端の位置並びにacetylcholineの注入量が動物実験で立証された至適条件を満たしておらず心搏停止がえられなかつたので、第2回目には、この点を修正したところ、確実な心搏停止がえられた(表6)。

本法を行なつた臨床例26例中、心電図を分析しえた16例のうち、安静時心電図に異常がなかつた4例では、心搏停止時間が比較的安定していたが、安静時心電図に異常がみられた12例では心搏停止時間が安定しなかつた。また心電図異常群では、心搏停止時間の平均が心電図正常群よりも約7秒短いにも拘らず、回復時間の平均は逆に約24秒長かつた。

回復期にみられた心電図波型は、安静時心電図正常群並びに異常群共に、洞徐脈、房室ブロックが高度に出現した。とくに心電図異常群では、心電図正常群にみられなかつた上室性徐脈、心室自動、心房細動、二連脈並びに心室頻脈等、種々の異常波型が認められ、且つ回復期が長びき、従つてかかる状態から二次的に発生する心筋 anoxiaの影響が更に加わっている傾向が認められた。図9は安静時心電図正常例(症例25)の、図10は安静時心電図異常例(症例24)の回復期に認められた心電図所見を示した。

第2節 臨床例における造影像の検討

1 臨床例における造影性向上のための造影器具の改良

本法における冠動脈枝の造影性を向上せしめるために、さきに著者は動物実験において、血管カテーテル先端の位置、心搏停止の有無並びに撮影時期等について検討を加えた結果、鮮明な冠動脈造影像をえるため

にはカテーテル先端が正しく大動脈起始部の弁上1～2 cmにあること、acetylcholine 1mg/kgを速かに注入して5秒以上の確実な心搏停止をえて、その間に造影剤を注入し撮影を行なうのが重要であることを知つた。ところが臨床例では動物に比して体重が重く、従つて必要な造影剤の総量が多くなり(1.5～2.0cc/kg、通常1 cc/kg)、一方カテーテルの内径は動物と同じ割合でもつて太くするわけには行かないので、単なる手圧を以てしては、かかる大量の造影剤を短時間内に注入することは不可能に近いのである。ここにおいて著者は図11のような独自の injection block を考案した。すなわち鋼鉄製の支持台に100ccの肉厚ガラス製加圧注射筒を固定し、その先端に特殊な台付四方活栓をとりつけ、注入者が自己の体重をかけることによって強い圧力で注射筒の内筒を圧することができるようにした。更に4個の活栓を有する持続管の先端部は種々の

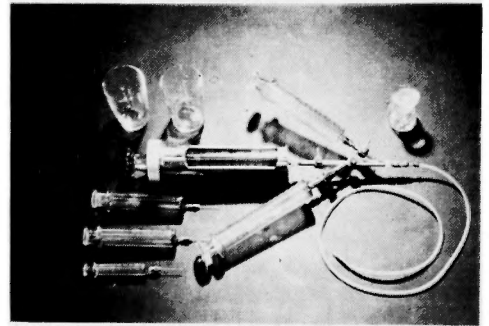


図 11-a

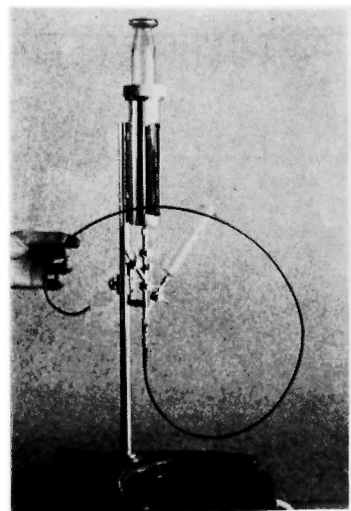


図11-b 著者が考案した Injection Block.

表 12 冠不全患者における冠動脈造影所見

症例 番号	患 者 名	性	年齢	体重	60%urografin の量	注入方法	撮影時期	atropin	造 影 像	合 併 症
1	上○ 一○	♂	43才	68kg	41cc	手 圧	停止期	—	—	な し
2	杉○智○子	♀	31	54	40	〃	回復期	—	左心室	〃
3	村○ 一○	♂	46	41	40	〃	停止期	—	右冠動脈	〃
4	大○ 文○	♀	32	42	42	〃	不 明	—	—	〃
5	岡○ 勳	♂	18	52	52	injection block	停止期	—	左心室	〃
6	上○ 九○	♂	61	45	70	〃	回復期	—	両側冠動脈	〃
7	松○ 好○	♀	26	45	45	〃	停止期	—	右冠動脈	〃
8	神○ 弥○	♂	37	58	87	〃	回復期	—	両側冠動脈	〃
9	朴 ○ 演	♂	46	67	86	〃	停止期	0.3mg	右冠動脈	心拍再開遅延
10	鍛○ 義○	♂	52	60	90	〃	〃	—	左冠動脈	な し
11	北○ 頼○	♂	53	55	66	〃	〃	—	両側冠動脈	〃
12	五○ 繁○	♂	52	42	40	手 圧	回復期	0.3mg	—	心拍再開遅延
13	鍛○ 義○	♂	52	60	90	injection block	停止期	—	両側冠動脈	な し

Dotter-Lukas カテーテルまたは外径 3～5 mm のポリエチレンカテーテルに自由に取っつけられるように設計した。この接続管はとくに内径が細くならぬよう留意し、加圧注射筒の先端の内径 (4 mm) と同じ径の接続管を用い、更に活栓の部も全く同じ径を保つように加工し、加圧注射時の抵抗を少なくした。また他の 2 活栓は接続管の本管にあり、2 本の側枝から acetylcholine の急速注入と、必要に応じて atropin の注入が連続的に且つ独立してできるように作製した。この injection block を使用するならば、50cc の造影剤の注入時間を 1.5 秒に短縮することができるとともに (手圧の場合は 4 秒)、acetylcholine と造影剤の注入を、同一カテーテルで強圧のもとに行ないうるのである。また、血管カテーテルは始め Dotter-Lukas カテーテルを

使用していたが、その管壁が柔軟性に乏しく血管の損傷を来しやすいことを知つたので、図12のごとく、適度の柔らかさをもち且つ強圧にたえうる、先端に金属を封じて indicator とした太いポリエチレン管に 2 つの側孔をつけたものを用いた。

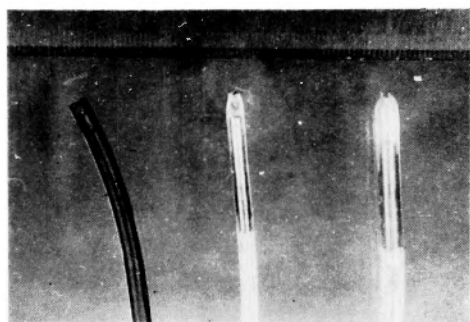
II 造影成績

冠動脈疾患群13例に本法を試みた (表12)。初期の例においては良好な成績がえられなかつたが、後期にはほぼ満足すべき冠動脈造影像がえられるようになった。図13は症例6の冠動脈造影像で、左冠動脈廻旋枝の蛇行と前下行枝の狭小像が認められる。図14は症例13の冠動脈造影像で、左冠動脈前下行枝の内腔が全長にわたつて狭小となつてのものが認められる。

満足すべき造影像がえられなかつた 5 例 (症例 1, 2, 1, 5, 12) の失敗の原因を検討した結果、1 例 (症例 5) では血管カテーテル先端が大動脈弁口直上にあり、他の 4 例では造影剤を著者の injection block を用いることなく手圧によつて注入した故であると考えられた。

撮影は13例中 8 例では心搏停止期に行なわれ、4 例では回復期に実施された。とくに危険な合併症はみられなかつたが、2 例 (症例9, 12) において心搏再開の遅延が認められた。しかしいずれも atropin の注入により速かに心搏の再開がみられた。

次に大動脈系疾患群13例 (症例14～26) に延べ15回本法を試みた結果、初期の 2 例 (症例15, 17) を除いた全例において満足すべき鮮明な造影像がえられた (表13)。図15ないし21に実例を示す。



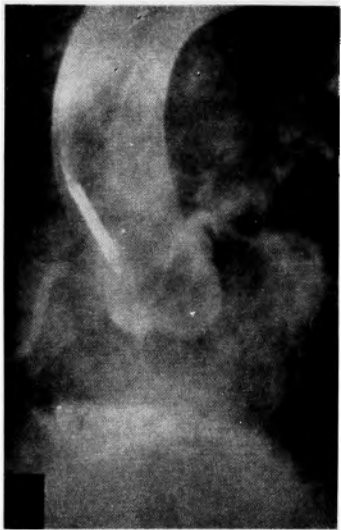
左から i) Dotter-Lukas カテーテル 10号, ii) 外径 3 mm のポリエチレンカテーテル, iii) 外径 4 mm のポリエチレンカテーテル。

図12 冠動脈造影用カテーテルの先端



左冠動脈廻旋枝の蛇行と前下行枝の狭小像が認められる。acetylcholine 1mg/kg, urografin 1.5cc/kg. 心搏停止時間7 sec.

図13 症例6（冠不全）の冠動脈造影像



左冠動脈前下行枝の内腔が全長にわたって狭小となつているのが認められる。acetylcholine 0.8 mg/kg, urografin 1.5cc/kg. 心搏停止時間23.6秒（上述の所見は手術によつて確かめられた）。

図14 症例13（冠不全）の冠動脈造影像

表 13 大動脈造影例における造影所見

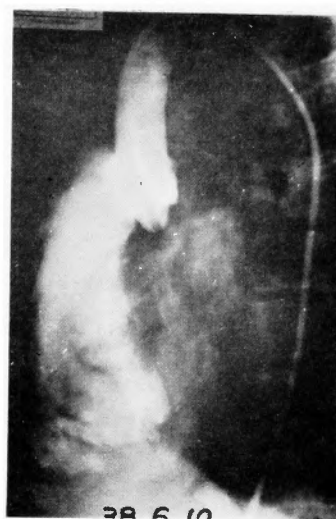
症例 番号	患 者 名	性	年 令	体 重	疾 患 名	60% urografin の 量	注入方法	撮影時期	atropin	造影像	合 併 症
14	堀○ 義○	♂	12才	25kg	PDA	25cc	手 圧	回復期	—	○	な し
15	林 ○也	♂	16	42	脈無し症	42	〃	〃	—	×	〃
16	長○千○子	♀	6	15	PDA	15	injection block	停止期	—	○	〃
17	長○と○子	♀	20	46	大動脈弓症候群		手 圧	回復期	—	×	〃
18	小○ 正	♂	12	21	Valsalva 洞動 脈瘤破裂 (VS Dを伴う)	{(1) 17 (2) 17	〃	停止期	—	○	〃
19	八○ ア○	♀	65	42	大動脈弓症候群	50	〃	〃	0.5mg	○	心搏再開遅延
20	吉○ 満○	♂	10	31	PDA	37	injection block	〃	0.3mg	○	心搏再開遅延
21	服○ 光○	♂	26	54	Valsalva 洞動 脈瘤破裂	{(1) 54 (2) 38	injection block	回復期	—	○	な し
22	細○ 重○	♂	42	45	大動脈瘤	15	手 圧	停止期	—	○	〃
23	久○田○子	♀	20	47	大動脈弓症候群	{(1) 47 (2) 47	〃	〃	—	○	〃
24	大○ 弘○	♂	19	36	大動脈弁下拡張	36	〃	〃	〃	○	〃
25	下○ 優○	♂	12	21	大動脈弁下狭窄	24	〃	〃	〃	○	〃
26	師○ 和○	♀	34	47	MS, AI, 脳栓塞	47	injection block	〃	0.5mg	○	心搏再開遅延

○ 造影像鮮明 × 造影不能



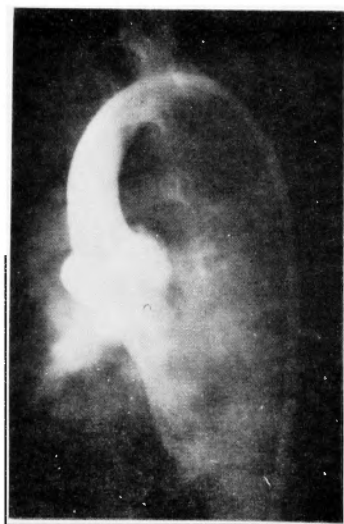
左冠動脈洞と右心室の間に拡張期において明瞭な交通がある。第1斜位, acetylcholine 0.7mg/kg, urografin 0.8cc/kg. 心搏停止時間6.8秒。

図15-a 症例18, Valsalva 洞動脈瘤破裂 (VSD を伴う), 21才, ♂。



左冠動脈洞と右心室との間に交通があるのがよくわかる。第2斜位, acetylcholine 1mg/kg, urografin 0.7cc/kg. 心搏停止時間5.2秒 (上述の所見は開心術によつて確かめられた)。

図16 症例21, Valsalva 洞動脈瘤破裂, 26才, ♂。



Valsalva 洞から右心室へ向つた造影剤が VSD を通つて左心室を造影している。第2斜位, acetylcholine 0.7mg/kg, urografin 0.7cc/kg. 心搏停止時間5秒 (上述の所見は開心術によつて確かめられた)。

図 15-b



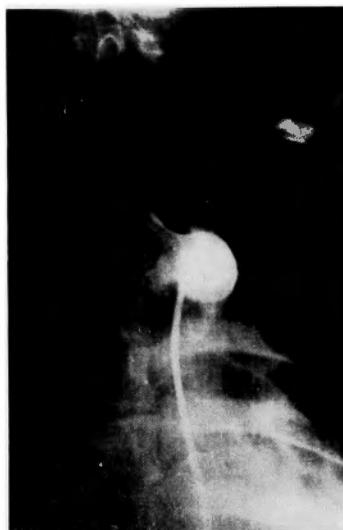
大動脈弓の上方に、著明に紡錘状に膨隆した大動脈瘤がみられる。第2斜位, acetylcholine 1mg/kg, urografin 1cc/kg. 心搏停止時間25秒 (上述の所見は手術によつて確かめられた)。

図17 症例22, 大動脈瘤, 42才, ♂。



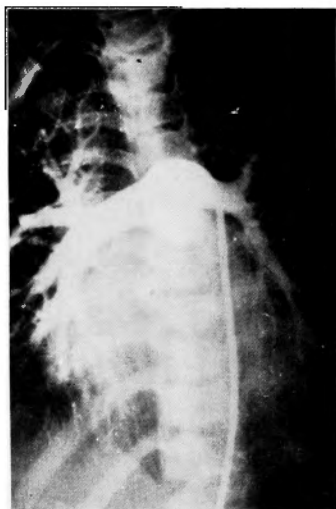
大動脈弓と肺動脈の間に造影剤の連続が認められる。第2斜位。acetylcholine 0.7 mg/kg, urografin 1.2cc/kg, atropin 0.3mg. 心搏停止時間1.2秒(上述の所見は手術によつて確かめられた)。

図18 症例20, PDA, 10才, ♂.



心搏停止をおこなわない単なる逆行性大動脈造影像。造影が不十分である。第2斜位。urografin 1cc/kg.

図20-a 症例23, 大動脈弓症候群, 20才, 男.



動脈カテーテルが動脈管を通つて肺動脈根幹部に入っているため、動脈管像はみられないが鮮明な肺動脈像がみられる。仰臥位。acetylcholine 0.5 mg/kg, urografin 1cc/kg. 心搏停止時間0秒。

図19 症例14, PDA, 12才, ♂.



左鎖骨下動脈及び左総頸動脈の欠損が明らかである。第2斜位。acetylcholine 1mg/kg, urografin 1cc/kg. 心搏停止時間8.4秒。

図20-b 同じ症例の任意心搏停止下造影像



左橈骨動脈をふれない。左鎖骨下動脈が完全に欠損している。仰臥位。acetylcholine 0.5mg/kg, urografin 1.2 cc/kg, atropin 0.5mg. 心搏停止時間56秒。

図21 症例19, 大動脈弓症候群, 65才, 男。

鮮明な大動脈影像がえられた11例を検討してみると、造影総数13回のうち11回において心搏停止期に撮影が行なわれており、2回が回復期に行なわれた。

鮮明な像がえられなかつた2例(症例15, 17)の理由は、共に回復期に撮影が行なわれ、撮影時期が心搏動と一致したためであつた。

とくに重篤な合併症はみられなかつたが、3例において(症例19, 20, 26)心搏再開の遅延が認められた。しかし atropin 0.3~0.5mgの注入により速かに心搏の再開がえられた。

Ⅲ 小括

冠動脈疾患群13例のうち、造影剤を手圧で注入した5例(症例1, 2, 3, 4, 12)では冠動脈造影像がえられたのは1例(症例3)のみで、他の4例ではすべて失敗に終つた。これは造影剤の使用量が1cc/kg以下であり、しかも造影剤注入に3秒から4秒間を要したためと思われる。これに反し著者が考案した injection block を使用した8例のうち7例において満足すべき冠動脈造影像がえられた。これは injection block によつて造影剤の量を1.5cc/kgないし2.0cc/kgにまで増量でき、しかも造影剤の注入時間を約1秒にまで短縮した結果に他ならないと考えられる。

次に大動脈造影の際には、造影剤の量は1cc/kgで十分であることが判明した。従つてこの際の造影剤の注

入は手圧で行なつても短時間内に全量の注入が可能であり、比較的鮮明な大動脈造影像がえられた。

心搏停止期に撮影された大動脈造影は、すべて鮮明な造影像を示した。回復期に撮影された症例では1例で造影に成功したが、3例で失敗した。成功した1例(症例21の第1回目)は、造影剤の注入に injection block を用いたためと考えられ、失敗した3例のうちの2例(症例15, 17)は、いずれも回復期に撮影され、しかも造影剤が手圧で注入されたためであり、他の1例(症例14)は、血管カテーテルがPDAを通つて肺動脈内に挿入されたため、acetylcholine 注入によつて心搏停止がえられず、造影も肺動脈側のみに終つた故であつた。症例23の第1回目は acetylcholine を用いることなく、単なる逆行性大動脈造影を行ない、しかも造影剤を手圧で注入したために失敗したものであつた。

第4章 考 按

1) 任意心搏停止下冠動脈造影法の特徴は、acetylcholine を血管内に注入して確実な心搏停止をえ、その間に造影剤を大動脈起始部に注入し、単一撮影によつて鮮明な冠動脈造影像うつところにある。しかし、acetylcholine の心搏停止効果については種々の意見があり、未だ一致した投与法が見出されていない。すなわち、1958年 Arnulf³¹⁾ は動物実験で末梢静脈から0.5mg/kgの acetylcholine を注入し、心搏停止をえたことを初めて報告したが、Wendt³²⁾はこの量では不十分であるとし、必要にして十分な心搏停止をうるためには2.5~7.1mg/kgを投与しなければならないと述べた。一方では、静脈内に挿入したカテーテルを通し、acetylcholine を右心房近くに急速注入して十分な心搏停止をえたという報告³³⁾³⁴⁾があり、また大動脈起始部に直接注入して確実な心搏停止をえたという報告³⁵⁾³⁶⁾もみられる。既に1959年 Lehman³⁷⁾ は、30例の臨床経験から末梢静脈注入は心搏停止時間が一定せず不安定であることを指摘し、Senderoff³⁴⁾ は acetylcholine を右心房内に注入した場合は、実験例の20%では完全な心搏停止がえられなかつたと報告している。このように、acetylcholine の心搏停止効果についてはいずれも有効なことを認めているが、果してどのような投与法が最もすぐれているかが明らかでなかつた。

著者は動物実験で、acetylcholine を大動脈起始部、右心房、並びに大腿静脈の3部位から1mg/kg宛急速または緩徐に注入して検討を加えた結果、大動脈起始部に急速に注入した場合に最も確実に十分な心搏停止が

えられ、しかも正常調律に回復までの時間が速かで、血圧低下時間も短いことを知った。蓋し心搏停止時間は、冠動脈内に流入する acetylcholine の量に左右されるものであつて、大動脈起始部において注入すれば、少量の acetylcholine によつて十分な心搏停止がえられ、とともに、動脈圧低下時間も短かく従つて全身に与える影響も少ないが、末梢静脈から acetylcholine を注入すると、稀釈された acetylcholine の一部のみが冠動脈内に流入して他は全身に循環するために、心搏停止効果は不確実であり、しかも心搏抑制等に伴う動脈圧低下時間も長びくことが判明したのである。

以上の実験成績にもとづいて、著者は臨床例26例に本法を応用したのであるが、冠動脈疾患13例では、平均16秒の、大動脈系疾患13例では平均12秒の心搏停止がえられ、ほぼ満足すべき成績がえられた。これらの臨床例26例中、心搏再開が遅延したのは4例であるが、いずれも acetylcholine の拮抗剤である atropin の急速注入、または新鮮自家動脈血の急速注入により、迅速な心搏再開がえられた。すなわち、atropinを血管内に注入することによつて acetylcholine の効果を減少せしめ、新鮮自家動脈血を大動脈起始部へ急速注入することによつて冠動脈内の acetylcholine を洗い流し、且つ一時的に anoxia に陥つた心筋へ動脈血を補給することによつて、心搏の再開が現われたものと考えられ、この両者を併用するならば、不必要に長びく心搏停止時間を短縮せしめうるものが立証された。atropin の使用が有効な手段であることは、Arnulf³⁸⁾も述べているところである。更に心搏再開の遅延に積極的に対処するため、cardiac pacemaker の使用をすすめる者もいるが³⁹⁾⁴⁰⁾、著者の経験ではその必要を感じたことは一度もなかつた。

次に本法の安全性を確かめんがために、臨床例の心電図を分析した結果、acetylcholine 注入後心搏停止までの過程、及び心搏再開後正常調律回復までの過程において、一連の心電図波型の推移が観察された。すなわち、心搏停止までの過程では、洞刺激の発生が抑制されたのち、A-V conduction が障害され、最後に心房の刺激発生が抑制されて心搏停止が現われ、次いで心搏再開までの過程では、この逆の経過をへて回復するのがみられ、この間種々の異常波型が出現したのであるが、いずれも一過性で、危険な合併症は認められなかつた。しかし、本法施行前に安静時心電図に異常所見が認められた12例では、異常波型の出現率が多く、とくに房室ブロック、洞徐脈、洞頻脈、心房細動等が

認められた症例に対しては、本法を行なう以前に、冠拡張薬、プロカインアミド、キニジン、チグタリス等を用いて調律の一時的回復をはかるとともに、撮影終了直後に上述の atropin、新鮮自家動脈血等を積極的に用いて可及的速かに洞調律に回復せしめるよう、注意を払うことが必要と思われる。回復期が長びくと更に二次的に心筋 anoxia の影響が加わる傾向が認められるからである。Templeton⁴¹⁾は動物実験17例のうち71%においてST低下、T陰性化を認め、村上⁴²⁾は動物実験でST低下が血圧回復の速度と平行したと報告しているが、著者も、これとほぼ同じ傾向を臨床例において認めたのである。従つて、心搏停止が必要以上に長びく場合には前述のごとく、atropin または新鮮自家動脈血を即座に使用しうる準備をととのえておくとともに、心搏停止の前後には十分な酸素補給が必要と考えられる。

2) 本法によつて鮮明な造影像をえるためには、種々の条件が要求される。先ず著者の動物実験によると、血管カテーテル先端の位置が大動脈弁口直上にあれば、造影剤は左室に流入して左室造影となり、逆に退きすぎて上行大動脈内にあれば、造影剤はすべて大循環系に流出して冠動脈造影は失敗する。カテーテル先端の位置は大動脈弁口上1~2cmのところにあるのが理想的と思われるのである。

次に本法では比較的大量の造影剤を注入する必要があるため、血管カテーテルは犬の実験においては7~8号の Dotter-Lukas カテーテルが、臨床例においては10~12号の Dotter-Lukas カテーテルが必要である。しかし、このような太いカテーテルは柔軟性に乏しく、その先端が血管内膜を損傷する危険があるので、著者は柔軟なポリエチレンカテーテルの先端に金属リングを封入して indicator としたものを使用した。ポリエチレン製のカテーテルは、USCI カテーテル、ナイロン製あるいはテフロン製のカテーテル等に較べると強圧に耐えうる点ですぐれており⁴³⁾、更に血管を損傷することも少ないので、好都合と考えられる。

従来、冠動脈造影のため、種々の造影剤が用いられてきた。すなわち、Diodrast (Grossman¹⁾、Helimsworth³⁹⁾、Thorotrast (Radner²⁾、Hypaque (Anlyan³³⁾、Senderoff³⁴⁾ 等であるが、著者は60% urografin を使用した。76% urografin よりも粘稠度の低い60% urografin を用いた理由は、注入速度をより速にすることができ、心筋に与える影響が少なく、しかも造影像の鮮明度は60% urografin によつて十分に目的が達せられ

るからである。Anlyan³³⁾も高濃度の造影剤によつては心電図変化が強く、且つ造影像の可視性もよくはならないとし、一方心筋に対する影響は acetylcholine よりもむしろ造影剤によるほうが一層強いと述べているのである。これらのことから造影剤は、低濃度で、しかも最少必要量を用いるのがよいと考えられるが、著者の動物実験の成績から、冠動脈造影像をえるための必要量は、最低 1 cc/kg であると考えられた。しかし、本法を冠動脈疾患々者に応用する場合には、必要とする造影剤の総量が 80~100 cc と多く、前述のごとくカテーテルに改良を加えても、かかる大量の造影剤を手圧によつて一定時間内に注入することは不可能である。そこで著者は、注入圧をたかめて注入時間を短縮する目的で、独自の injection block を考案した。これは、加圧注射筒の先端及び接統管の活栓の内径がすべて同じ径 (4 mm) となるよう製作し、造影剤の急速注入に際してできるだけ抵抗が少なくなるように工夫するとともに、acetylcholine, atropin 並びに新鮮自家動脈血をタイミングよく注入しうよう 2 本の側枝と活栓をつけ、造影性と安全性の両者の向上を狙つたのである。この injection block の使用によつて、臨床例における冠動脈造影に必要な造影剤の注入は 1.0 ないし 1.5 秒までに短縮が可能となり、この injection block を使用した冠動脈疾患々者 8 例のうち 7 例にほぼ満足すべき冠動脈造影像をえたのである。

更に本法によつて鮮明な冠動脈造影をえるためには、一定の心搏停止時間が必要であるが、著者の動物実験の結果からは、鮮明な造影像がえられた 22 例中 19 例に 5 秒以上の心搏停止時間が認められた。すなわち、大動脈起始部に注入された造影剤が冠動脈内を充満したのち、レントゲン単一撮影が終るまでに 5 秒間以上の完全な心搏停止が必要なのである。Björk¹⁴⁾ は 10 秒の心搏停止時間が理想的であると報告しているが、著者の成績とあわせ考え、5~10 秒間の心搏停止が必要にして且つ十分と思われる。動物実験において撮影が心搏停止期に行なわれたものは 22 例中 19 例で、いずれも鮮明な冠動脈造影像をえた。臨床例においても、冠動脈疾患群のうち造影像をえた症例はすべて心搏停止期に撮影されたものであり、大動脈系疾患群でも、心搏停止期に撮影された症例ではすべて鮮明な造影像をえたのである。

3) 冠動脈疾患々者に外科的療法を実施するに際して、いかなる術式を行なうかを決定することは重大な問題である。麻田⁴⁵⁾等はとくに direct procedure の手

術適応は、術前に冠動脈の病変部とその範囲が明らかにされていなければ決定できないと述べている。このために、任意心搏停止下冠動脈造影法によつては冠動脈が果たしてどの程度末梢まで鮮明に造影されるかが問題である。著者は、この点を明かにするために、本法によつて冠動脈造影を行なつた犬を屠殺した後に、Schlesinger 変法¹⁶⁾に従つて postmortem coronary arteriogram を作成して、両造影像を比較検討した。その結果 Schlesinger 変法では intramyocardial branch 並びにその間の intercoronary collateral anastomosis まで明瞭に造影されるのに比して、本法によれば subepicardial branch 並びにその間の collateral anastomosis までが造影の限界であることを知つたのである。Sewell¹⁷⁾は intramyocardial branch まで造影できたと報告しているが鮮明な造影はやはり subepicardial branch までであると思われる。従つて、冠動脈病変部が限局性であるか、びまん性であるか、また冠動脈病変部の末梢が patent であるかどうかという、いわゆる direct procedure の手術適応を決定する重要な問題点の解決にとつて、本法は十分に役立つものと考えられるのである。

本法を臨床例に応用した Lang⁴⁸⁾は 5 例中 1 例にのみ満足すべき造影像をえたと報告し、Lehman⁴⁹⁾は 22 例中 5 例 (24%) にのみ鮮明な冠動脈造影像をえたといい、共に予想外に悪い成績を述べている。著者の臨床経験でも、初期の 13 例中造影がえられたのは 7 例 (54%) であつたが、しかし上述のごときカテーテルの改良、あるいは injection block の考案により、その後造影率を 88% にまで向上せしめることができたのである。

Amplatz⁵⁰⁾、Littmann⁵¹⁾らは、多数の冠動脈造影法の中で、cine-coronary arteriography が最もすぐれていると述べているが、著者は上述のごとき一連の研究から、acetylcholine による任意心搏停止下冠動脈造影法も、確実にして簡易に、しかも危険な合併症を伴ふことなくしに実施しうすぐれた造影法の一つであると考えに至つた。更に本法を大動脈近辺の疾患の造影に応用すれば、正常の心搏動下ではえられない極めて鮮明な造影像がえられ、この点の診断面でもすぐれた価値を有する方法であると考えている。

第 5 章 結 論

acetylcholine による任意心搏停止下冠動脈造影法を、実験犬 55 頭、臨床例 26 例について検討し、以下の結論をえた。

1) acetylcholine の投与方法を、静脈内、右心房内並びに大動脈起始部内に、緩徐または急速注入する6つの場合について実験的に比較した結果、大動脈起始部へ急速注入する方法が最も確実に且つ十分な心搏停止を発現せしめ、正常調律回復までの時間が速かであり、且つこの間における動脈圧の低下の時間も短かく、最もすぐれていることを認めた。

2) 鮮明な冠動脈造影像がえられた実験犬22頭について、カテーテル先端の位置、心搏停止と撮影時期との関係等を検討した結果、鮮明な冠動脈造影像をえるためには、カテーテル先端を大動脈弁上1~2 cmのところに位置せしめ、acetylcholine 1mg/kg を急速に注入して5秒以上の確実な心搏停止をえて、その間に撮影を実施すればよいことを知った。

3) 本法を行なった実験犬の屠殺後に postmortem coronary arteriogram (Schlesinger変法) を作成し、生前の本造影像と比較検討した結果、本法が至適条件下に撮影されるならば、subepicardial branch まで明瞭に造影しうるものであることを知った。

4) 本法を実施した臨床例のうち、冠動脈疾患13例では、心電図を記録した9例中8例(89%)に、5秒以上、平均16秒の心搏停止がえられ、一方、大動脈系疾患13例では、心電図を記録した11例において、平均12秒の心搏停止がえられた。

5) 本法実施中の全経過を心電図学的に追求しえた16例の心電図を分析した結果、先ず洞刺激発生が抑制され、次に A-V conduction が障害され、最後に心房の刺激発生が抑制されて心搏停止となり、回復の過程は、この逆であることを認めた。本法施行前の安静時心電図に異常波型が証明された症例では、心搏停止後の回復過程が長びくとともにその間に更に異常波型の出現が多く、且つ、二次的な心筋 anoxia の影響が加わりやすいことを知った。

6) 臨床例の造影性を向上せしめるため、大量の造影剤(1.5~2.0cc/kg)を短時間に注入できるよう、著者は独自の injection block を考案し、これを使用した8例中7例(88%)においてはほぼ満足すべき冠動脈造影像をえた。

7) 大動脈系疾患13例に対しても本法を応用した結果、心搏停止期に撮影された9例の全例に鮮明な造影像をえた。

8) 本法は簡易且つ確実に、危険な合併症も殆んど起こらないので、すぐれた冠動脈造影法の一つであると考えられる。

稿を終るに臨み、御指導を賜った恩師麻田栄教授、武内敦郎、中村和夫両講師、並びに御協力を頂いた寺西輝高博士、三崎英生学士、及び協同研究者各位に対し、心から深謝の意を表する。

(本論文の要旨は、第27回 日本循環器学会総会、第16回日本胸部外科学会総会において発表した。)

文 献

- 1) Grossman, N. : Visualization of the coronary arteries in dogs, *Am. J. Roentgenol.* **54** : 57, 1945.
- 2) Radner, S. : An attempt at roentgenologic visualization of coronary blood vessels in man, *Acta Radiol.*, **26** : 497, 1945.
- 3) Helmsworth, J. A., McGuire, J. and Felson, B. : Arteriography of the aorta and its branches by means of the polyethylen catheter, *Am. J. Roentgenol.*, **64** : 196, 1950.
- 4) Seldinger, S. I. : Catheter replacement of the needle in percutaneous arteriography, *Acta Radiol.*, **39** : 368, 1953.
- 5) Levy, L. M., Hannon, D. W., Sprafka, J. L. and Baronofsky, I. D. : A method for coronary arteriography, *Ann. Surg.*, **143** : 412, 1956.
- 6) Absolon, K. B., Aust, J. B., Varco, R. L. and Lillehei, C. N. : Surgical treatment of occlusive coronary artery disease by endarterectomy or anastomotic replacement, *Surg. Gynec. and Obst.*, **103** : 180, 1956.
- 7) Bailey, C. P., May, A. and Lemmon, W. M. : Survival after coronary endarterectomy in man, *J. A. M. A.*, **164** : 642, 1957.
- 8) Johansson, B. W., Ohlsson, N. M. and Wehlin, L. : Electrocardiographic changes during coronary arteriography in dogs, *Cardiologia*, **39** : 390, 1961.
- 9) Don, C., Bousvros, G. A., Hopps, J. A. and Roy, A. O. : Experimental coronary arteriography by single X-ray exposure, *Brit. Heart J.*, **24** : 269, 1962.
- 10) Ellis, F. H. Jr., Doumanian, A. V. and Plum, G. E. : Methods of coronary arteriotomy closure in the dog, *Arch. Surg.*, **84** : 132, 1962.
- 11) Thal, A. P., Lester, R. G., Richards, L. S. and Murray, M. J. : Coronary arteriography in arteriosclerotic disease of the heart, *Surg. Gynec. and Obst.*, **105** : 475, 1957.
- 12) Hettler, M. : Die Etageaortographie und ihre Verwendung bei der Darstellung der Herzkranzgefäße, *Arch. Klin. Chir.*, **298** : 346, 1961.
- 13) Littmann, D., Dean, D. C., Crowley, F. B. Jr., Gilson, I. T. and Williams, J. A. : Clinical co-

- ronary angiography, *Amer. J. Cardiol.*, **7** : 570, 1961.
- 11) Bellman, S., Frank, H. A., Lambert, P. B., Littman, D. and Williams, J. A. : Coronary arteriography. I. Differential opacification of the aortic stream by catheters of special design experimental development, *New England J. Med.*, **262** : 325, 1960.
 - 15) Meckstroth, C. V., Klassen, K. P., Molnar, W. and Ryan, J. : Coronary arteriography utilizing the right common carotid artery approach, *J. Thoracic and Cardiovas. Surg.*, **43** : 493, 1962.
 - 16) Dotter, C. T. and Frische, L. H. : Visualization of the coronary circulation by occlusion aortography : A practical method, *Radiology*, **71** : 502, 1958.
 - 17) 鈴木重世 : 心冠動脈撮影に関する実験的研究, *名古屋医学*, **81** : 3, 昭35.
 - 18) Straube, K. R. and Dotter, C. T. : Single lumen balloon catheter for percutaneous insertion, *Am. J. Roentgenol., Rad. Therapy and Nuclear Med.*, **90** : 650, 1963.
 - 19) Frische, L. H. and Dotter, C. T. : An improved method of coronary arteriography, *Dis. Chest.*, **35** : 546, 1959.
 - 20) Nordenström, B., Ovenfors, C. O. and Törnell, D. : Coronary angiography in 100 cases of ischemic heart disease, *Radiology*, **78** : 714, 1962.
 - 21) Nordenström, B., Ovenfors, C. O. and Törnell, G. : Myocardiography and demonstration of the cardiac veins in coronary angiography, *Acta Radiol.*, **57** : 11, 1962.
 - 22) Bloor, C. M. and Lowman, R. M. : The trans-femoral approach to coronary arteriography, with particular attention to right coronary artery visualization An experimental study, *Radiology*, **77** : 990, 1961.
 - 23) Booth, R. W., Molnar, W. and Meckstroth, C. V. : The clinical application of coronary arteriography, *J. A. M. A.*, **178** : 105, 1961.
 - 24) Takaro, T., Scott, S. M. and Sewell, W. H. : Experimental coronary arteriography using roentgenographic magnification, *Am. J. Roentgenol., Rad. Therapy and Nuclear Med.*, **87** : 258, 1962.
 - 25) Sones, F. M. Jr. and Shirey, E. K. : Collateral arterial channels in the living human with coronary artery disease, *Circulation*, **22** : 815, 1960.
 - 26) Tapia, F. A., Bolton, H. E. and Mazel, M. S. : Selective coronary cine-arteriography An improved method for visualization of the coronary arteries, *Angiology*, **12** : 46, 1961.
 - 27) Guzman, S. V., Swenson, E. and Jones, M. : Intercoronary Reflex -- Demonstration by coronary angiography, *Circulation Res.*, **10** : 739, 1962.
 - 28) Richards, L. S. and Thal, A. P. : Phasic dye injection control system for coronary arteriography in the human, *Surg., Gynec. and Obst.*, **107** : 739, 1958.
 - 29) Sloman, G. and Hare, W. S. C. : Clinical application of coronary angiography, *Med. J. Aust.*, **15** : 611, 1960.
 - 30) Jackson, N. T. and Cobbold, R. : Automatic electrocardiographically timed coronary angiography, *Canad. M. A. J.*, **84** : 1351, 1961.
 - 31) Arnulf, G. and Chacornac, R. : L'artériographie méthodique des artères coronaires grâce à l'utilisation de l'acetylcholine Données expérimentales et cliniques, *Lyon Chir.*, **54** : 212, 1958.
 - 32) Wendt, H. und Freitag, G. : Beitrag zur Koronarographie an Hunden, *Zentralblatt für Chirurgie*, **86** : 2502, 1961.
 - 33) Anyan, W. G., Baylin, G. J., Fabrikant, J. I. and Trumbo, R. B. : Studies in coronary angiography, *Surgerv.*, **45** : 8, 1959.
 - 34) Senderoff, E., Donoso, E., Welberry, A., Beck, A. R. and Baronofsky, I. D. : The use of acetylcholine-induced cardiac arrest in coronary arteriography : An experimental study, *Ann. Surg.*, **153** : 193, 1961.
 - 35) Björk, L. and Hallen, A. : Coronary angiography during acetylcholine-induced cardiac arrest in patients with angina pectoris, *J. Cardiovas. Surg.*, **2** : 9, 1961.
 - 36) Björk, L. and Hallen, A. : Experience of coronary angiography in angina pectoris, *Acta Chir. Scand.*, **122** : 268, 1961.
 - 37) Lehman, S. Coronary arteriography : Practical considerations, *Progr. Cardiovas. Dis.*, **2** : 36, 1959.
 - 38) Arnulf, G. : Radiography of the coronary arteries and nervous operations in coronary disease, *J. Cardiovas. Surg.*, **3** : 272, 1962.
 - 39) Bilgutay, A. M. and Lillehei, C. W. : Single and double contrast coronary arteriography — utilizing acetylcholine asystole with controlled return of heart rate using a cardiac pacemaker, *Thoracic and Cardiovas. Surg.*, **44** : 617, 1962.
 - 40) Bilgutay, A. M. and Lillehei, C. W. : New method for coronary arteriography — acetylcholine asystole with controlled return of heart rate using a cardiac pacemaker, *J. A. M. A.*, **180** : 1095, 1962.
 - 41) Templeton, J. Y., Greening, R. R., Fineberg, C., Peter, T. G., Griffith, J. R., Reese, C. L., Clark, D. L. and Wallace, S. : Inflow occlusion for coronary arteriography : Experimental com-

- parison with other methods, *J. Thoracic and Cardiovas. Surg.*, **46** : 818, 1963.
- 42) 村上 和 : 冠動脈造影法の研究, 呼吸と循環, **10** : 779, 1962.
- 43) Shipps, F. C. : Physical aspects of high pressure angiography, *Am. J. Roentgenol.*, **88** : 93, 1962.
- 44) Hallen, A., Björk, L. and Björk, V. O. : Coronary thromboendarterectomy, *J. Thoracic and Cardiovas. Surg.*, **45** : 216, 1963.
- 45) 麻川 栄, 武内敦郎 : 冠動脈疾患の外科的療法, 胸部疾患, **7** : 9, 昭38.
- 46) Schlesinger, M. J. : New radiopaque mass for vascular injection, *Laboratory Investigation*, **6** : 1, 1957.
- 47) Sewell, W. H., Shuford, W. H. and Davalos, P. A. : Experimental roentgenologic visualization of normal and abnormal coronary arteries, *Am. J. Cardiol.*, **8** : 374, 1961.
- 48) Lang, E. K. and Sabiston, D. C. Jr. : Coronary arteriography in the selection of patients for surgery, *Radiology*, **76** : 32, 1961.
- 49) Lehman, S., Boyer, R. A. and Winter, F. S. : Coronary arteriography, *Am. J. Roentgenol.*, **81** : 749, 1959.
- 50) Amplatz, K. : Technics of coronary arteriography, *Circulation*, **27** : 101, 1963.
- 51) Littman, D. : Coronary arteriography, *Am. J. Cardiol.*, **8** : 410, 1961.